

Из-за недостаточно хорошего перемешивания в тепловом агрегате воздуха и газа-рециркулянта, создаются условия для химического недожога, вследствие чего в продуктах сгорания содержится монооксид углерода (СО).

Анализ усредненных данных показал, что основным источником образования монооксида углерода являются процессы формирования основного потока теплоносителя (81,37 %). При этом газы из системы дожигания приносят только 18,63 % СО.

Наличие дополнительного источника образования СО в топке требует улучшения условий образования потока теплоносителя. Это может быть достигнуто в основном за счет использования рециркуляционной схемы движения газов и оптимизации ее параметров.

Решение задач повышения экономических и экологических показателей комплекса по производству минераловатных изделий связано как с оптимизацией газодинамического режима работы печи полимеризации, так и с обеспечением высокого качества обезвреживания и улавливания образующихся загрязнений.

## **ЭЛЕКТРООСАЖДЕНИЕ НИКЕЛЕВОГО ПОКРЫТИЯ НА АЛЮМИНИЙ**

*Чернышев А.А., Новиков А.Е.  
УрФУ, aac-vp@yandex.ru*

Основным критерием ресурсо- и энергосбережения является создание технологий формирования новых изделий с комплексом специфических свойств. Методы непосредственного никелирования алюминия позволяют сократить количество технологических операций, что должно привести к снижению затрат материалов на приготовление электролитов и уменьшению расхода промывной воды.

Алюминий и его сплавы отличаются от стальных высокой тепло- и электропроводностью, малой плотностью и широко используются в промышленности. Электролитические покрытия никеля на алюминии придают повышенную твердость и увеличивают коррозионную стойкость. Основной проблемой при нанесении электролитических осадков на алюминий является низкая адгезия покрытий к основе из-за образования на воздухе тонкой оксидной пленки. При эксплуатации деталей в условиях повышенных температур покрытие может растрескиваться и отслаиваться [1].

Никелевое покрытие на алюминии может быть использовано в качестве самостоятельного покрытия и, как подслой, при нанесении многослойных покрытий, например, никель-олово. Широко распространены две технологии получения никелевого покрытия на алюминии:

- технология получения никелевого покрытия через нанесение промежуточного слоя и затем осаждение никеля (в качестве промежуточного слоя наносят Zn, Cu, Fe, Mn, Sn и др.) включает в себя восемь технологических операций,

таких как обезжиривание, травление, осветление, контактное нанесение промежуточного слоя, электролитическое никелирование и др.;

- технология непосредственного осаждения никеля на алюминий, позволяет исключить операцию контактного нанесения промежуточного слоя и следующую за ней каскадную промывку.

В лабораторных условиях при плотности тока  $1 \text{ А/м}^2$  и температуре  $45^\circ \text{С}$  получено покрытие из электролита непосредственного никелирования следующего состава, г/л:  $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  – 200;  $\text{NaCl}$  – 2,5;  $\text{H}_3\text{BO}_3$  – 25;  $\text{KF}$  – 2,5;  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  – 50;  $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$  – 3. В качестве активатора в электролите выступает фторид калия, кроме того электролит содержит окислитель  $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ , который является ингибитором образования водородных вздутий и снижает скорость контактного обмена. Это вещество положительно влияет на адгезию покрытий с подложкой при повышенных плотностях тока и способствует снижению пористости осадков [2].

Другая технология получения никелевого покрытия включает нанесение промежуточного слоя контактно выделившегося цинка. Было исследовано влияние состава раствора цинкатной обработки на качество никелевого покрытия и склонность его адгезии к металлу-основе (алюминию). Для исследования влияния состава раствора цинкатной обработки были использованы два раствора, содержащие в г/л: 1)  $\text{ZnO}$  – 80;  $\text{NaOH}$  – 400; 2)  $\text{ZnO}$  – 100,  $\text{NaOH}$  – 550,  $\text{FeCl}_3$  – 3,  $\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6$  – 10,  $\text{NaNO}_3$  – 2. Последующее никелирование проводили из сульфатного электролита никелирования следующего состава, г/л:  $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  – 300,  $\text{NaCl}$  – 15,  $\text{H}_3\text{BO}_3$  – 25 при комнатной температуре и плотности тока  $1 \text{ А/дм}^2$  с никелевыми анодами марки Н1.

Все образцы, полученные по двум технологиям, подвергали испытаниям на прочность сцепления покрытия к основе путем нанесения сетки царапин резцом из высокоуглеродистой стали, закрепленным под углом в  $30^\circ$  относительно образца.

Выявлено, что в результате предварительного цинкатного травления в растворе 2 и последующего никелирования дает покрытия, обладающие плохой адгезией к металлу-основе, в то время как травление в растворе 1 дает покрытия, обладающие лучшей адгезией. Никелевое покрытие, получаемое без предварительной цинкатной обработки, при непосредственном никелировании из сульфатного электролита дает качественные покрытия, обладающие также хорошей адгезией к основе.

Покрытия, полученные с предварительной цинкатной обработкой из раствора 1, и покрытия, нанесенные непосредственно на алюминиевые образцы, имеют близкие показатели по прочности сцепления. Предложено отказаться от технологии никелирования алюминия через цинковый подслоя, как более ресурсозатратной, поскольку адгезия никелевых покрытий одинакова.

#### *Библиографический список*

1. Справочное руководство по гальванотехнике. Пер. с нем. / Под ред. В. И. Лайнера. М.: Металлургия, 1969. Т. 1. 418 с.
2. Лукомский Ю.Я. Теоретические аспекты и технология непосредственного нанесения гальванических покрытий на алюминий и его сплавы: Автореф. дис. ... д-ра техн. наук. М., 1991. 27 с.